

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-368656

(43)Date of publication of application : 20.12.2002

(51)Int.Cl.

H04B 1/74  
H04B 10/02  
H04B 17/00  
H04J 14/00  
H04J 14/02  
H04L 12/44

(21)Application number : 2001-173657

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 08.06.2001

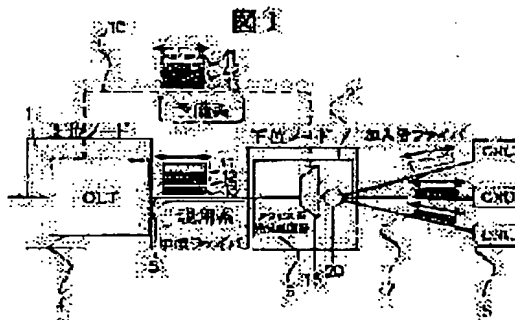
(72)Inventor : TOMONOBU KIMITAKA  
KUWANO SHIGERU

(54) OPTICAL ACCESS NETWORK, NODE UNIT, AND CONTROL METHOD AND CONTROL PROGRAM FOR THE OPTICAL ACCESS NETWORK

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical access network that avoids effects exerted on a user to the utmost, due to faults or deterioration in a transmission line or the like, enabling quick recovery of the line.

**SOLUTION:** The optical access network is provided with a subordinate node unit with an access system optical branch circuit connected to a subscriber side unit via a subscriber fiber, a host node unit having an access system subscriber unit, and a relay fiber transmission line that interconnects the access system optical branch circuit with the access system subscriber unit. The relay fiber transmission line comprises an active system relay fiber transmission line, and a plurality of standby system relay fiber transmission lines, whose paths differ from that of the active system relay fiber transmission line, the active system relay fiber transmission line or a plurality of the standby system relay fiber transmission lines are connected to the access system optical branch circuit via a 1st optical switch, and to the access system subscriber unit via a 2nd optical switch.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-368656  
(P2002-368656A)

(43)公開日 平成14年12月20日(2002.12.20)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード*(参考)
H 0 4 B 1/74		H 0 4 B 1/74	5 K 0 0 2
10/02		17/00	B 5 K 0 2 1
17/00		H 0 4 L 12/44	2 0 0 5 K 0 3 3
H 0 4 J 14/00		H 0 4 B 9/00	H 5 K 0 4 2
14/02			E

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-173657(P2001-173657)

(22)出願日 平成13年6月8日(2001.6.8)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 友信 公孝

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 桑野 茂

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(74)代理人 100083552

弁理士 秋田 収喜 (外1名)

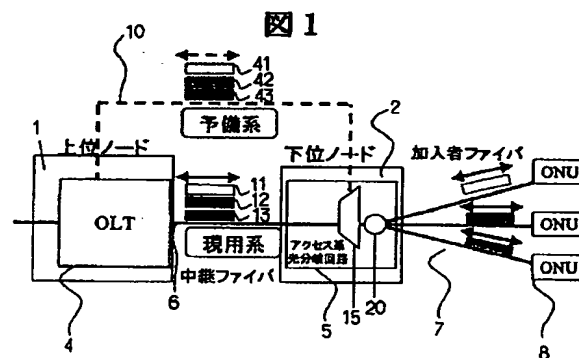
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光アクセスネットワーク、ノード装置、光アクセスネットワークの制御方法および制御プログラム

(57)【要約】

【課題】 故障、あるいは、伝送路の劣化等によるユーザへの影響を極力回避し、早急に回線を復旧することが可能な光アクセスネットワークを提供する。

【解決手段】 加入者ファイバを介して加入者側装置と接続されるアクセス系光分岐回路を有する下位ノード装置と、アクセス系加入者装置を有する上位ノード装置と、前記アクセス系光分岐回路と前記アクセス系加入者装置とを接続し、波長多重された信号光を伝送する中継ファイバ伝送路とを備える光アクセスネットワークであって、前記中継ファイバ伝送路は、現用系の中継ファイバ伝送路と、前記現用系の中継ファイバ伝送路とは経路が異なる複数の予備系の中継ファイバ伝送路とで構成され、前記現用系あるいは複数の予備系の中継ファイバ伝送路は、前記第1の光スイッチを介して前記アクセス系加入者装置に、前記第2の光スイッチを介して前記アクセス系光分岐回路に接続される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 加入者ファイバを介して加入者側装置と接続されるアクセス系光分岐回路を有する下位ノード装置と、

アクセス系加入者装置を有する上位ノード装置と、前記アクセス系光分岐回路と前記アクセス系加入者装置とを接続し、波長多重された信号光を伝送する中継ファイバ伝送路とを備える光アクセスネットワークであって、

前記上位ノード装置は、第1の光スイッチを有し、前記下位ノード装置は、第2の光スイッチを有し、前記中継ファイバ伝送路は、現用系の中継ファイバ伝送路と、前記現用系の中継ファイバ伝送路とは経路が異なる複数の予備系の中継ファイバ伝送路とで構成され、前記現用系あるいは複数の予備系の中継ファイバ伝送路は、前記第1の光スイッチを介して前記アクセス系加入者装置に、前記第2の光スイッチを介して前記アクセス系光分岐回路に接続されることを特徴とする光アクセスネットワーク。

【請求項2】 前記上位ノード装置は、前記第1の光スイッチと、前記現用系および予備系の複数の中継ファイバ伝送路との間にそれぞれ配置され、信号光と、前記信号光とは異なる波長帯の監視制御光とを合分波する複数の上位側光カブラと、前記上位側光カブラと接続される上位側監視制御装置とを有し、前記下位ノード装置は、前記第2の光スイッチと、前記現用系および予備系の複数の中継ファイバ伝送路との間にそれぞれ配置され、信号光と前記監視制御光とを合分波する複数の下位側光カブラと、前記下位側光カブラと接続される下位側監視制御装置とを有し、前記上位側監視制御装置と前記下位側監視制御装置との間で、前記現用系および予備系の中継ファイバ伝送路を介して、前記監視制御光を送受信することを特徴とする請求項1に記載の光アクセスネットワーク。

【請求項3】 前記上位ノード装置は、波長合分波器と、前記第1の光スイッチと前記波長合分波器との間に設けられ、前記中継ファイバ伝送路を介して、前記下位ノード装置から前記上位ノード装置へ伝送される上り信号光の全光パワーを測定し、前記上り信号光を判定する上り信号用モニタとを有し、前記下位ノード装置は、波長合分波器と、前記第2の光スイッチと前記波長合分波器との間に設けられ、前記中継ファイバ伝送路を介して、前記上位ノード装置から前記下位ノード装置へ伝送される下り信号光の全光パワーを測定し、前記下り信号光を判定する下り信号用モニタとを有することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光アクセスネットワーク。

【請求項4】 前記上位ノード装置は、装置内監視制御装置を有し、

前記装置内監視制御装置は、前記上り信号用モニタにお

ける前記上り信号光の判定結果、および、前記下り信号用モニタにおける前記下り信号光の判定結果に基づき、前記現用系の中継ファイバ伝送路を継続して使用するか、前記現用系の中継ファイバ伝送路を前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えるかを判断することを特徴とする請求項3に記載の光アクセスネットワーク。

【請求項5】 前記装置内監視制御装置は、前記上り信号用モニタにおける前記上り信号光の判定結果、および前記下り信号用モニタにおける前記下り信号光の判定結果に加え、前記上位側および下位側監視制御装置における、前記上位側監視制御装置と前記下位側監視制御装置との間で送受信される前記監視制御光の伝送状態の判定結果に基づき、前記現用系の中継ファイバ伝送路を継続して使用するか、前記現用系の中継ファイバ伝送路を前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えるかを判断することを特徴とする請求項4に記載の光アクセスネットワーク。

【請求項6】 前記下り信号用モニタにおける前記信号光の判定結果、および前記下位側監視制御装置における前記監視制御光の伝送状態の判定結果は、前記上り方向の前記監視制御光に重畳されて、前記装置内監視制御装置に通知され、

前記上り信号用モニタにおける前記信号光の判定結果、および前記上位側監視制御装置における前記監視制御光の伝送状態の判定結果は、前記上り信号用モニタおよび前記上位側監視制御装置から前記装置内監視制御装置に通知されることを特徴とする請求項4または請求項5に記載の光アクセスネットワーク。

【請求項7】 前記上位ノード装置に接続され、システム全体を管理するシステム管理装置を備え、前記装置内監視制御装置は、前記現用系の中継ファイバ伝送路を継続して使用するか、前記現用系の中継ファイバ伝送路を前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えるかの判断結果を前記システム管理装置に通知することを特徴とする請求項4ないし請求項6のいずれか1項に記載の光アクセスネットワーク。

【請求項8】 前記装置内監視制御装置は、前記中継ファイバ伝送路を切り替える場合に、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替える切替命令を、前記第1の光スイッチに対して送信し、また、前記第2の光スイッチを、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替える切替命令を前記監視制御光に重畳して、前記上位側監視制御装置から前記下位側監視制御装置に送信し、

前記下位側監視制御装置は、前記切替命令を第2の光スイッチに対して送信し、

前記中継ファイバ伝送路を切り替えた後に、前記装置内

監視制御装置は、前記上り信号用モニタおよび前記下り信号用モニタにおける信号光の判定結果が正常な値であることを確認し、前記システム監視装置に正常な切り替えが実行されたことを前記システム管理装置に通知することを特徴とする請求項4ないし請求項7のいずれか1項に記載の光アクセスネットワーク。

【請求項9】 前記装置内監視制御装置は、前記システム管理装置からの指示に基づき、前記現用系の中継ファイバ伝送路から、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えることを特徴とする請求項8に記載の光アクセスネットワーク。

【請求項10】 上位側ノード装置内に設けられるアクセス系加入者装置と、波長多重された信号光が伝送される現用系の中継ファイバ伝送路、あるいは前記現用系の中継ファイバ伝送路とは経路が異なる複数の予備系の中継ファイバ伝送路を介して接続されるアクセス系光分岐回路を有するノード装置であって、

前記現用系および複数の予備系の中継ファイバ伝送路と、前記アクセス系光分岐回路とを接続する光スイッチと、

前記光スイッチと、前記現用系および予備系の複数の中継ファイバ伝送路との間にそれぞれ配置され、信号光と、前記信号光とは異なる波長帯の監視制御光とを合分波する複数の光カブラと、

前記光カブラと接続され、上位側ノード装置内の監視制御装置との間で、前記現用系および予備系の中継ファイバ伝送路を介して、前記監視制御光を送受信する監視制御装置とを備えることを特徴とするノード装置。

【請求項11】 波長合分波器と、

前記光スイッチと前記波長合分波器との間に設けられ、前記現用系あるいは複数の予備系の中継ファイバ伝送路を介して、前記上位ノード装置から伝送される下り信号光の全光パワーを測定し、前記下り信号光を判定する下り信号用モニタとを備えることを特徴とする請求項10に記載のノード装置。

【請求項12】 前記下り信号用モニタにおける前記信号光の判定結果、および前記監視制御装置における前記監視制御光の伝送状態の判定結果を、前記上り方向の前記監視制御光に重畳して、前記上位側ノード装置内に設けられた前記装置内監視制御装置に通知することを特徴とする請求項10または請求項11に記載のノード装置。

【請求項13】 前記監視制御装置は、前記上位ノード装置から前記監視制御光に重畳して送信される切替命令を受信し、当該切替命令を、前記光スイッチに送信することを特徴とする請求項10ないし請求項11のいずれか1項に記載のノード装置。

【請求項14】 下位側ノード装置内に設けられるアクセス系光分岐回路と、波長多重された信号光が伝送される現用系の中継ファイバ伝送路、あるいは前記現用系の

中継ファイバ伝送路とは経路が異なる複数の予備系の中継ファイバ伝送路を介して接続されるアクセス系加入者装置を有するノード装置であって、

前記現用系あるいは複数の予備系の中継ファイバ伝送路と、前記アクセス系加入者装置とを接続する光スイッチと、

前記光スイッチと、前記現用系および予備系の複数の中継ファイバ伝送路との間にそれぞれ配置され、信号光と、前記信号光とは異なる波長帯の監視制御光とを合分波する複数の光カブラと、

前記光カブラと接続され、下位側ノード装置内の監視制御装置との間で、前記現用系および予備系の中継ファイバ伝送路を介して、前記監視制御光を送受信する監視制御装置とを備えることを特徴とするノード装置。

【請求項15】 波長合分波器と、

前記光スイッチと前記波長合分波器との間に設けられ、前記現用系の中継ファイバ伝送路を介して、前記下位ノード装置から前記上位ノード装置へ伝送される上り信号光の全光パワーを測定し、前記上り信号光を判定する上り信号用モニタとを備えることを特徴とする請求項14に記載のノード装置。

【請求項16】 前記上り信号用モニタにおける前記上り信号光の判定結果、および、前記下位側ノード装置から伝送される、前記上位ノード装置から前記下位ノード装置へ伝送される下り信号光の判定結果、並びに、ノード装置および下位側ノード装置における、前記監視制御装置と前記下位側ノード装置内の監視制御装置との間で送受信される前記監視制御光の伝送状態の判定結果に基づき、前記現用系の中継ファイバ伝送路を継続して使用するか、前記現用系の中継ファイバ伝送路を前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えるかを判断する装置内監視制御装置を備えることを特徴とする請求項15に記載のノード装置。

【請求項17】 前記装置内監視制御装置は、前記現用系の中継ファイバ伝送路を継続して使用するか、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えるかの判断結果を、ノード装置に接続されシステム全体を管理するシステム管理装置に通知することを特徴とする請求項16に記載のノード装置。

【請求項18】 前記装置内監視制御装置は、前記中継ファイバ伝送路を切り替える場合に、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替える切替命令を、前記第1の光スイッチに対して送信し、また、前記第2の光スイッチを、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替える切替命令を前記監視制御光に重畳して、前記監視制御装置から前記下位側ノード装置内の監視制御装置に送信し、

前記中継ファイバ伝送路を切り替えた後に、前記装置内監視制御装置は、前記上り信号用モニタにおける信号光の判定結果、および、下位側ノード装置から伝送される、前記下り信号光の判定結果が正常な値であることを確認し、前記システム監視装置に正常な切り替えが実行されたことを通知することを特徴とする請求項16または請求項17に記載のノード装置。

【請求項19】 前記装置内監視制御装置は、前記システム管理装置からの指示に基づき、前記現用系の中継ファイバ伝送路から、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えることを特徴とする請求項18に記載のノード装置。

【請求項20】 加入者ファイバを介して加入者側装置と接続されるアクセス系光分岐回路を有する下位ノード装置と、

アクセス系加入者装置を有する上位ノード装置と、前記アクセス系光分岐回路と前記アクセス系加入者装置とを接続し、波長多重された信号光を伝送する中継ファイバ伝送路とを備える光アクセスネットワークの制御方法であって、

前記中継ファイバ伝送路を、現用系の中継ファイバ伝送路と、前記現用系の中継ファイバ伝送路とは経路が異なる複数の予備系の中継ファイバ伝送路とで構成し、前記現用系あるいは複数の予備系の中継ファイバ伝送路と前記アクセス系加入者装置とを接続する第1の光スイッチ、および、前記現用系あるいは複数の予備系の中継ファイバ伝送路と前記アクセス系光分岐回路とを接続する第2の光スイッチを制御して、前記現用系の中継ファイバ伝送路を、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の一つに切り替えることを特徴とする光アクセスネットワークの制御方法。

【請求項21】 前記上位ノード装置内に、前記上位ノード装置における、前記現用系の中継ファイバ伝送路中を介して、前記下位ノード装置から前記上位ノード装置へ伝送される上り信号光の判定結果、および、前記下位ノード装置における、前記現用系の中継ファイバ伝送路中を介して、前記上位ノード装置から前記下位ノード装置へ伝送される下り信号光の判定結果から、前記現用系の中継ファイバ伝送路を継続して使用するか、前記現用系の中継ファイバ伝送路を前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えるかを判断する装置内監視制御装置を設け、前記装置内監視制御装置の判断結果に基づき、前記現用系の中継ファイバ伝送路を前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えることを特徴とする請求項20に記載の光アクセスネットワークの制御方法。

【請求項22】 前記装置内監視制御装置は、前記上り信号光および下り信号光の判定結果に加え、前記上位ノード装置および下位ノード装置における、前記上位ノード

装置および下位ノード装置との間で、前記現用系および予備系の中継ファイバ伝送路を介して送受信される、前記信号光とは異なる波長帯の監視制御光の伝送状態の判定結果に基づき、前記現用系の中継ファイバ伝送路を継続して使用するか、前記現用系の中継ファイバ伝送路を前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えるかを判断すること、を特徴とする請求項21に記載の光アクセスネットワークの制御方法。

10 【請求項23】 前記下位ノード装置における前記信号光の判定結果、および前記監視制御光の伝送状態の判定結果を、前記上り方向の前記監視制御光に重畳して、前記装置内監視制御装置に通知することを特徴とする請求項21または請求項22に記載の光アクセスネットワークの制御方法。

【請求項24】 前記装置内監視制御装置は、前記現用系の中継ファイバ伝送路を継続して使用するか、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えるかの判断結果を、前記上位ノード装置に接続され、システム全体を管理するシステム管理装置に通知することを特徴とする請求項21ないし請求項23のいずれか1項に記載の光アクセスネットワークの制御方法。

【請求項25】 前記装置内監視制御装置は、前記中継ファイバ伝送路を切り替える場合に、前記第1の光スイッチを切り替え、前記現用系の中継ファイバ伝送路から前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えた後に、前記第2の光スイッチを、前記現用系の中継ファイバ伝送路から前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替える切替命令を、前記監視制御光に重畳して前記下位ノード装置に送信し、

前記下位ノード装置は、当該切替命令に応じて前記第2の光スイッチを、前記現用系の中継ファイバ伝送路から前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替え、

前記中継ファイバ伝送路を切り替えた後に、前記装置内監視制御装置は、前記上位ノード装置および下位ノード装置における、前記上り信号光および下り信号光の判定結果が正常な値であることを確認し、前記システム監視装置に正常な切り替えが実行されたことを通知することを特徴とする請求項21ないし請求項24のいずれか1項に記載の光アクセスネットワークの制御方法。

【請求項26】 前記装置内監視制御装置は、前記システム管理装置からの指示に基づき、前記現用系の中継ファイバ伝送路から、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の1つの中継ファイバ伝送路に切り替えることを特徴とする請求項25に記載の光アクセスネットワークの制御方法。

50 【請求項27】 アクセス加入者ファイバを介して加入

者側装置と接続されるアクセス系光分岐回路と、第2の光スイッチとを有する下位ノード装置と、

アクセス系加入者装置と、第1の光スイッチとを有する上位ノード装置と、

前記アクセス系光分岐回路と前記アクセス系加入者装置とを接続し、波長多重された信号光を伝送する現用系の中継ファイバ伝送路と、前記現用系の中継ファイバ伝送路とは経路が異なる複数の予備系の中継ファイバ伝送路とを備え、

前記現用系あるいは複数の予備系の中継ファイバ伝送路は、前記第1の光スイッチを介して前記アクセス系加入者装置に、前記第2の光スイッチを介して前記アクセス系光分岐回路に接続される光アクセスネットワークにおいて、

前記上位ノード装置内に設けられるコンピュータに、前記現用系の中継ファイバ伝送路を、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の一つに切り替えるための制御プログラムであって、

当該制御プログラムは、コンピュータに、前記上位ノード装置における、前記現用系の中継ファイバ伝送路中を介して、前記下位ノード装置から前記上位ノード装置へ伝送される上り信号光の判定結果、および、前記下位ノード装置における、前記現用系の中継ファイバ伝送路中を介して、前記上位ノード装置から前記下位ノード装置へ伝送される下り信号光の判定結果、並びに、前記上位ノード装置および下位ノード装置における、前記上位ノード装置および下位ノード装置との間で、前記現用系および予備系の中継ファイバ伝送路を介して送受信される、前記信号光とは異なる波長帯の監視制御光の伝送状態の判定結果を受信させる手順1と、

当該受信させた判定結果に基づき、前記現用系の中継ファイバ伝送路を継続して使用するか、前記現用系の中継ファイバ伝送路を前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の一つの中継ファイバ伝送路に切り替えるかを判断させる手順2とを実行させることを特徴とする制御プログラム。

【請求項28】 前記手順2の後に、前記現用系の中継ファイバ伝送路を継続して使用するか、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の一つの中継ファイバ伝送路に切り替えるかの判断結果を、前記上位ノード装置に接続され、システム全体を管理するシステム管理装置に通知させる手順3を実行させることを特徴とする請求項27に記載の制御プログラム。

【請求項29】 前記手順2で、前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の一つの中継ファイバ伝送路に切り替えると判断させた場合に、前記第1の光スイッチに対して、前記現用系の中継ファイバ伝送路から前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の一つの中継ファイバ伝送路に切り替える切替命令を送信させる手順4と、前記手順4の後に、前記第2の光スイッチを、前記現用

系の中継ファイバ伝送路から前記複数の予備系の中継ファイバ伝送路の中の一つの中継ファイバ伝送路に切り替える切替命令を、前記監視制御光に重畳して前記下位ノード装置に送信させる手順5と、

前記中継ファイバ伝送路を切り替えさせた後に、前記上位ノード装置および下位ノード装置における、前記上り信号光および下り信号光の判定結果を受信させる手順6と、

前記手順6で受信させた判定結果が正常な値であることを確認させ、前記システム監視装置に正常な切り替えが実行されたことを通知させる手順7とを実行させることを特徴とする請求項27または請求項28に記載の制御プログラム。

【請求項30】 前記システム管理装置からの切替指示を受信した時に、前記手順4ないし手順7を、コンピュータに実行させることを特徴とする請求項29に記載の制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光アクセスネットワーク、ノード装置、光アクセスネットワークの制御方法および制御プログラムに係わり、特に、広域アクセスネットワークにおいて、波長分割多重(WDM; Wavelength Division Multiplex)技術を用いて多数のユーザを多重する部分に故障等が生じた場合でも、信号断および劣化等のユーザへの影響を極力回避し、早急に回線を復旧するための予備系経路の構成方法および切り替え方法に関する。

【0002】

【従来の技術】本出願人は、ギガビットクラスの信号を扱う高速アクセスネットワークを、低コストで実現する光ネットワークとして、図8に示す広域アクセスネットワークシステムを、特願2000-334684号で提案している。以下、この図8に示す広域アクセスネットワークシステムを、先行発明という。図8に示す先行発明では、アクセス系光分岐回路5を下位ノード2に配置し、かつ、アクセス系加入者装置(OLT; Optical Line Termination)以下、単に、OLTという。)4を上位ノード1に配置し、そして、OLT4に、中継ファイバ伝送路6、アクセス系光分岐回路5および加入者ファイバ7を介して、加入者側装置(ONU; Optical Network unit、以下、単に、ONUという。)8をスター型に接続して構成される。図9は、図8に示す先行発明の基本的な構成を示すブロック図である。図9において、14は光送信器(OS)、15は波長合分波器、16、19はWDM(Wavelength Division Multiplexing)カブラ、17は光増幅器、18はトランスポンダ、20は光カブラ、21はユーザ群、22は加入者ネットワークインターフェース、23は端末装置、39は光受信器(OR)である。以下、先行発明における信号の伝達方

法について説明する。

【0003】まず、下り方向について説明する。上位ノード1の外部（例えば、サーバ）からの電気信号に基づき、光送信器（OS1, ..., OSn）14において、それぞれ波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ の光信号に変換する。これらの光信号は、波長合分波器15により、波長多重されて中継ファイバ伝送路6に輸入される。下位ノード2において、中継ファイバ伝送路6から入力された波長多重光信号は、WDMカブラ（例えば、1.55/1.58カブラ）16を通過した後、光増幅器17で全波長が一括して増幅された後、波長合分波器15でそれぞれの波長に対応した出力ポートに分波される。そして、各出力ポートに接続された光カブラ20により、各波長は均等な光パワーに分割された後、加入者ファイバ伝送路7を介して加入者側装置（ONU11, ..., ONU<sub>n</sub>）21に輸入され、電気信号に変換された後に端末装置23に送信される。

【0004】次に、上り方向について説明する。端末装置23から各加入者側装置（ONU11, ..., ONU<sub>n</sub>）21に輸入された電気信号は、波長 $\lambda_a$ の光信号に変換され、各加入者側装置21は、上位ノード内のOLT4からの送信指示に基づき、光カブラ20で信号が衝突しないようなタイミングにより、加入者ファイバ7に送信する。下位ノード2において、この光信号は、光カブラ20を通過し、アクセス系光分岐回路5に輸入され、波長 $\lambda_a$ の光信号は、WDMカブラ（例えば、1.3/1.5カブラ）19により、下り信号と分離され、トランスポンダ18において、波長合分波器15の波長周期性に対応した波長 $\lambda_1', \lambda_2', \dots, \lambda_n'$ の光信号にそれぞれ変換される。これらの光信号は、波長合分波器15において波長多重された後に、中継ファイバ伝送路6に輸入され、上位ノード1に伝送される。上位ノード1において、中継ファイバ伝送路6から入力された波長多重光信号は、波長合分波器15により各波長に分波され、光受信器（OR1, ..., OR<sub>n</sub>）により電気信号に変換され、上位ノード1の外部に出力される。

【0005】ここで、波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ としては、例えば、1550nm帯や1580nm帯に属し、数10GHz～数100GHzの光周波数間隔を有する波長精度の高い複数の波長が用いられる。波長精度の高い波長指定光源として具体的には、分布帰還型（DFB）レーザを用いることが考えられる。一方、波長 $\lambda_a$ としては、 $\pm 20$ nm程度の波長精度が許容されており、例えば1300nm帯や1550nm帯が用いられる。光源としては、加入者の経済的負担を軽減するために安価なファブリペローレーザが考えられる。また、波長 $\lambda_1', \lambda_2', \dots, \lambda_n'$ としては、波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ と同様に、例えば、1550nm帯や1580nm帯で所定の光周波数間隔を有する波長精度の高い複数の波長が用いられる。ここでも下りと同様に、波

長精度の高い光源としてDFBレーザを用いることが考えられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】図8に示す波長合分波器15の波長の合分波数を $m$ （ $m$ は自然数）、光カブラ20の分岐数を $n$ （ $n$ は自然数）とすれば、先行発明では、上位ノード1のOLT4と、下位ノード2のアクセス系光分岐回路5との間に配置される中継ファイバ伝送路6は、WDM技術を用いて最大 $m \times n$ のユーザの信号（11, 12, 13）を多重化して伝送する。しかしながら、前述した先行発明では、中継ファイバ伝送路6に故障等が生じて、信号断、または信号劣化等が発生した場合には、中継ファイバ伝送路6を復旧させない限り、ネットワークは復旧しないという問題点があった。即ち、図10に示すように、WDM技術を用いて多重化している中継ファイバ伝送路6に、故障9等が発生した場合には、中継ファイバ伝送路6には冗長性がないため、信号劣化、または信号断による影響を全ユーザが受けることになる。

【0007】つまり、波長合分波器15の波長の合分波数を $m$ 、光カブラの分岐数を $n$ とすると、中継ファイバ伝送路6の1ヶ所の故障が、最大 $m \times n$ のユーザに影響を与えることになる。中継系で多く用いられるSONET（SDH）技術では、複数のファイバ伝送路で局間を多重し、セクションオーバーヘッド（SOH）に監視制御情報を重畳することにより、ファイバ伝送路故障時の高速な復旧が可能であるが（オーム社発行「SDH伝送方式」（ISBN4-274-03430-5）のP57～62参照。）、広域アクセスネットワークではアクセス系加入者分岐回路にSONETの中継器並の機能を実装することはコスト的に困難であるため、低コストな復旧を実現するための別技術が必要となる。

【0008】本発明は、前記従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、光アクセスネットワークおよび光アクセスネットワークの制御方法において、故障、あるいは、伝送路の劣化等によるユーザへの影響を極力回避し、早急に回線を復旧することが可能となる技術を提供することにある。また、本発明の他の目的は、前述の光アクセスネットワークに適用されるノード装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、前述の光アクセスネットワークの制御方法を、コンピュータに実行させる制御プログラムを提供することにある。本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記の通りである。本発明は、上位ノードと、下位ノー

ドとの間を、中継ファイバ伝送路を介して接続する光アクセスネットワークにおいて、中継ファイバ伝送路を、現用系の中継ファイバ伝送路と、この現用系の中継ファイバ伝送路とは、それぞれ経路が異なる複数の予備系の中継ファイバ伝送路とで構成することを特徴とする。これにより、現用系の中継ファイバ伝送路に故障が発生した場合も、伝送路を早急に確保することが可能であり、信号の高速復旧が可能である。そのため、本発明では、上位ノード内のOLTと、現用系の中継ファイバ伝送路および予備系の複数の中継ファイバ伝送路との間に、第1の光スイッチを配置し、同様に、下位ノード内のアクセス系光分岐回路と、現用系の中継ファイバ伝送路および予備系の複数の中継ファイバ伝送路との間に、第2の光スイッチを配置し、例えば、現用系の中継ファイバ伝送路に故障が発生した場合に、第1および第2の光スイッチを切り替え、中継ファイバ伝送路を、現用系の中継ファイバ伝送路から、予備系の複数の中継ファイバ伝送路の一つに切り替える。

【0010】また、本発明では、上位ノード内の第1の光スイッチと、現用系の中継ファイバ伝送路および予備系の複数の中継ファイバ伝送路との間に、信号光と、この信号光とは波長が異なる監視制御光を合分波するための光カブラ（WDMカブラ）をそれぞれ配置し、同様に、下位ノード内の第2の光スイッチと、現用系の中継ファイバ伝送路および予備系の複数の中継ファイバ伝送路との間に、信号光と、この信号光とは波長が異なる監視制御光を合分波するための光カブラ（WDMカブラ）をそれぞれ配置する。前述した光カブラは、それぞれ、上位ノード内に配置される上位ノード側監視制御装置、あるいは、下位ノード内に配置される下位ノード側監視制御装置に接続される。そして、上位ノード側監視制御装置、および、下位ノード側監視制御装置は、互いに、現用系の中継ファイバ伝送路および予備系の複数の中継ファイバ伝送路を介して、監視制御光を送受信し、前記監視制御光の伝送状態を判定する。この場合に、前記上位側および下位側監視制御装置は、前記上位側監視制御装置と前記下位側監視制御装置との間で送受信される前記監視制御光のビット誤り率と、所定のしきい値とを比較して、前記監視制御光の伝送状態を判定する。

【0011】さらに、上位ノード内に、下位ノードから上位ノードに送信する上り信号の全波長の合計パワーを測定し、当該測定結果に基づき上り信号光を判定する上り信号用モニタを配置し、同様に、下位ノード内に、上位ノードから下位ノードに送信する下り信号の全波長の合計パワーを測定し、当該測定結果に基づき下り信号光を判定する下り信号用モニタを配置する。この場合に、前記上り信号用モニタおよび前記下り信号用モニタは、測定される前記信号光の全光パワーの測定結果と、所定のしきい値とを比較して、前記信号光が異常か、正常かを判定する。そして、上位ノード内に配置される装置内

監視制御装置は、前述した上り信号光および下り信号光の判定結果、並びに、上位ノードおよび下位ノードにおける監視制御光の判定結果に基づき、現用系の中継ファイバ伝送路をそのまま使用するか、あるいは、現用系の中継ファイバ伝送路から予備系の複数の中継ファイバ伝送路の一つに切り替えるかを判断する。

【0012】装置内監視制御装置は、中継ファイバ伝送路を、現用系から複数の予備系の一つに切り替える場合に、初めに、上位ノード内の第1の光スイッチを切り替え、次に、下位ノードに対して、第2スイッチを切り替える切替命令を、監視制御光に重畳して送信し、下位ノード内の第2の光スイッチを切り替える。その後、上位ノードの上り信号用モニタおよび下位ノード内の下り信号用モニタがともに正常であることを確認し、中継ファイバ伝送路を切り替えたことをシステム管理装置に通知する。さらに、本発明では、システム管理装置からの指示に基づき、装置内管理制御装置が、前述した手順に基づき、現用系の中継ファイバ伝送路から予備系の複数の中継ファイバ伝送路の一つに切り替える。また、本発明は、前述した光アクセスネットワークに適用されるノード装置である。また、本発明は、前述した光アクセスネットワークの制御方法を、コンピュータに実行させる制御プログラムである。

【0013】前述した手段によれば、ギガビットクラスの大容量データ通信が可能な広域アクセスネットワークにおいて、中継ファイバ伝送路を、現用系の中継ファイバ伝送路と、予備系の複数の中継ファイバ伝送路とで構成するようにしたので、中継ファイバ伝送路に故障等が発生した場合においても、中継ファイバ伝送路を切り替えることで、信号の伝送経路を確保することが可能である。この構成方法は、予備経路を持たない広域アクセスネットワークに対して、高価な装置類を付加することがないため安価に、また簡易な装置を付加すればよいため迅速に導入することが可能である。また、上り下り信号光が伝送していない予備系の中継ファイバ伝送路も常に監視しているため故障等の検出が可能である。それにより、中継ファイバ伝送路が全て故障し、信号を伝送できない確率を非常に低くでき、中継ファイバ伝送路の確実な復旧が可能である。したがって、光アクセスネットワークにおいて、多重化した部分に故障等が発生しても、早急に伝送路の復旧が可能であり、ユーザに対して信号劣化および断の影響を最小限に食い止めることが可能である。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【実施の形態1】図1は、本発明の実施の形態1の光アクセスネットワークの概略構成を示すブロック図であ

る。本実施の形態の光アクセスネットワークは、図1に示すように、上位ノード1にOLT4を配置し、また、下位ノード2に、合分波等の簡易な機能としたアクセス系光分岐回路5を配置し、さらに、上位ノード1と下位ノード2との間を、中継ファイバ伝送路6で接続する広域アクセスネットワークにおいて、中継ファイバ伝送路6とは別に、新たな中継ファイバ伝送路10を配置したことを特徴とする。

【0015】即ち、本実施の形態の光アクセスネットワークは、現用系の中継ファイバ伝送路に対して、予備経路側の中継ファイバ伝送路を配置することを特徴とする。なお、本明細書では、信号光が伝送する中継ファイバ伝送路6を、現用系の中継ファイバ伝送路とし、信号光が伝送しない予備経路側の中継ファイバ伝送路10を予備系の中継ファイバ伝送路と表記する。さらに、本実施の形態では、簡単のために、上位ノード1と下位ノード2との間に、2本の中継ファイバ伝送路（6、10）を配置する場合について説明する。なお、図1において、11、12、13は、現用系の中継ファイバ6を伝送する信号を示し、41、42、43は、予備系の中継ファイバ10を伝送する信号を示している。本実施の形態では、図2に示すように、現用系の中継ファイバ伝送路6に故障9等の異常が発生した場合には、信号の伝送経路を図中の点線で構成する予備系の中継ファイバ伝送路10に切り替える。それにより、伝送路を復旧し、故障の影響を回避して、図2の11、12、13に示すように、OLT4からの信号を予備系の中継ファイバ伝送路10を経由してユーザに転送し、同様に予備系の中継ファイバ伝送路10を介して、ユーザからの信号もOLT4に転送することが可能である。

【0016】次に、光部品等を用いて構成される、本実施の形態の光アクセスネットワークの基本的な構成を説明する。図3は、本実施の形態の光アクセスネットワークの基本的な構成を示すブロック図である。図3に示すように、本実施の形態では、現用系の中継ファイバ伝送路6とOLT4の接続点近傍に第1の光スイッチ40、および現用系の中継ファイバ伝送路6とアクセス系光分岐回路5の接続点近傍に第2の光スイッチ48を配置する。そして、第1の光スイッチ40と、第2の光スイッチ48との間に、予備系の中継ファイバ伝送路10を接続する。第1の光スイッチ40と第2の光スイッチ48は、中継ファイバ伝送路6に異常が発生した場合に、スイッチを作動させることにより、接続先の現用系の中継ファイバ伝送路6から、予備系の中継ファイバ伝送路6に切り替える機器である。なお、図3において、14は光送信器（OS）、15は波長合分波器、16は1.55/1.58カブラ、17は光増幅器、18はトランスポンダ、19は1.3/1.5カブラ、20は光カブラ、21はユーザ群、22は加入者ネットワークインターフェース、23は端末装置、39は光受信器（OR）

である。

【0017】〔実施の形態2〕前述の実施の形態1は、中継ファイバ伝送路を2重化する基本的な構成を示しており、これだけでは中継ファイバ伝送路の劣化および断を検出することはできない。図4は、本発明の実施の形態2の光アクセスネットワークの基本構成を示すブロック図である。図4に示すように、本実施の形態では、OLT内に、上り信号用モニタ35と、装置内監視制御回路（NEMF；Network Element Management Function、以下、単に、NEMFという。）50と、監視制御用送受信器30と、WDMカブラ32とを配置し、また、アクセス系光分岐回路内に、下り信号用モニタ38と、監視制御用送受信器30と、WDMカブラ32と、下位ノード管理回路51とを配置する点で、図3に示す光アクセスネットワークと相異なる。本実施の形態の光アクセスネットワークは、現用系の中継ファイバ伝送路6の劣化および断を検出し、現用系の中継ファイバ伝送路6から予備系の中継ファイバ伝送路10に切り替えるようにしたものである。以下、本実施の形態における、現用系の中継ファイバ伝送路6の劣化および断の検出や、中継ファイバ伝送路の切り替えを決定する手順等について説明する。

【0018】上り信号用モニタ35は、OLT内の、第1の光スイッチ40と、波長合分波器15との間に配置され、下位ノード2から送信される上り信号の全波長の合計パワーを測定する。同様に、下り信号用モニタ38は、アクセス系光分岐回路内の第2の光スイッチ48と、上り信号と下り信号とを分波するWDMカブラ16との間に配置され、上位ノード1から送信される下り信号の全波長の合計パワーを測定する。それぞれのモニタでは、パワーのモニタ値を測定し、しきい値と比較する。モニタ値が上昇した場合には、表1に示すように、しきい値 $P_1$ を設定し、各モニタのモニタ値が、 $P_1$ 以下であれば異常、 $P_1$ を越えると正常と判定する。逆に、モニタ値が下降した場合には、表2に示すように、しきい値 $P_2$ （ $P_2 < P_1$ ）を設定し、各モニタのモニタ値が、 $P_2$ 以下であれば異常、 $P_2$ を越えると正常と判定する。なお、それぞれモニタにおいて、モニタ値が $P_1$ または $P_2$ に等しい場合に、正常または異常と判断するかは装置の設計方法による。

【0019】

〔表1〕

パワー	$<P_1$	$P_1 <$
判定	異常	正常

〔表2〕

パワー	$<P_2$	$P_2 <$
判定	異常	正常

50 上り信号用モニタ35での判定内容は、上位ノード内の

NEMF 50に通知され、下り信号用モニタ38での判定内容は、下位ノード内の下位ノード管理回路51に通知される。

【0020】上位ノード内の現用系の中継ファイバ伝送路6と、第1の光スイッチ40との接続点の近傍に、現用系の中継ファイバ伝送路6に接続し、信号光と監視制御光とを合分波するWDMカブラ32が配置され、また、上位ノード内の予備系の中継ファイバ伝送路10と、第1の光スイッチ40との接続点の近傍に、予備系の中継ファイバ伝送路10に接続し、信号光と監視制御光とを合分波するWDMカブラ32が配置される同様に、下位ノード内の現用系の中継ファイバ伝送路6と、第2の光スイッチ48との接続点の近傍に、現用系の中継ファイバ伝送路6に接続し、信号光と監視制御光とを合分波するWDMカブラ32が配置され、また、下位ノード内の予備系の中継ファイバ伝送路10と、第2の光スイッチ48との接続点の近傍に、予備系の中継ファイバ伝送路10に接続し、信号光と監視制御光とを合分波するWDMカブラ32が配置される。

【0021】これらのWDMカブラ32は、それぞれ監視制御用送受信器30に接続されており、監視制御用送受信器30は、現用系の中継ファイバ伝送路6、および予備系の中継ファイバ伝送路10を介して、信号光の波長帯とは異なる波長帯の監視制御光を相互に送受信する。監視制御用送受信器30は、内部に誤り率測定器（図示せず）を備え、監視制御光のビット誤り率を測定する。このビット誤り率の測定により、中継ファイバ伝送路の性能状態を監視し、また、ノード装置類の状態の情報等を伝送するために使用する。具体的な誤り率の判定方法について述べる。各ノードの監視制御用送受信器30は、誤り率が減少する場合は、表3に示すように、しきい値 $BER_1$ 、および $BER_2$ （ $BER_1 < BER_2$ ）を設定し、 $BER_1$ 以下であれば正常、 $BER_1$ と $BER_2$ との間ならば劣化、 $BER_2$ 以上であれば異常と判定する。

【0022】

【表3】

誤り率	$<BER_1$	$BER_1 < BER_2$	$BER_2 <$
判定	正常	劣化	異常

【表4】

誤り率	$<BER_3$	$BER_3 < BER_4$	$BER_4 <$
判定	正常	劣化	異常

( $BER_1 < BER_3 < BER_2 < BER_4$ )

各ノードの監視制御用送受信器30は、誤り率が増加する場合は、表4に示すように、しきい値 $BER_3$ 、および $BER_4$ （ $BER_1 < BER_3 < BER_2 < BER_4$ ）を設定し、 $BER_3$ 以下であれば正常、 $BER_3$ と $BER_4$ との間ならば劣化、 $BER_4$ 以上であれば異常と判

定する。なお、誤り率が、 $BER_1$ 、 $BER_2$ 、 $BER_3$ 、あるいは $BER_4$ に等しい場合に、正常、劣化または異常と判断するかは装置の設計方法による。

【0023】上位ノード内で判定された判定内容は、NEMF 50に通知され、下位ノード内で判定された判定内容は、下位ノード管理回路51に通知される。下位ノード管理回路51は、下位ノード内に配置され、監視制御用送受信器30、下り信号用モニタ38、第2の光スイッチ48と接続されている。下位ノード管理回路51は、下り信号モニタ値の判定内容、および監視制御光の誤り率の判定内容を、監視制御用送受信器30を介し、各判定内容を監視制御光に重畳して、上位ノード内のNEMF 50に通知する。また、下位ノード管理回路51は、アクセス系光分岐回路5の光部品等の温度や出力パワー等を常に監視し、しきい値に応じて、正常または異常と判定する。その結果を、監視制御用送受信器30を介して、上位ノード1に接続され、光アクセスネットワーク全体を管理する内に配置しているシステム管理装置（NE-OpS：Network Element Operation System、以下、単に、NE-OpSという。）60に通知する。

【0024】上位ノード内のNEMF 50が、中継ファイバを切り替える切替命令信号を送信すると、下位ノード管理回路51は信号を受信し、第2の光スイッチ48に切替命令を通知する。NEMF 50は、上位ノード内に配置され、上位ノード内の監視制御用送受信器30、上り信号用モニタ35、および第1の光スイッチ40に接続されている。これにより、上位ノード1の状態、および、下位ノード2の状態、並びに、各中継ファイバ伝送路（6、10）の状態を常に監視することが可能である。NEMF 50は、前述した情報が通知されると、表5または表6に従って、現用系の中継ファイバ6を継続して使用するか、現用系の経路から予備系経路側のの中継ファイバ10に切り替えるべきかを判断する。切り替えると判断した場合には、第1の光スイッチ40および第2の光スイッチ48に対して、切り替える命令信号をそれぞれ送信する。また、OLT4では、光部品等の温度や出力パワー等を常に監視しており、しきい値に応じて、正常または異常と判定し、その結果をNE-OpS 60に通知する。

【0025】次に、信号光の合計パワーの監視方法および中継ファイバ伝送路6の監視方法の手順について説明する。図5、図6は、各ノードの装置類および中継ファイバ伝送路6の状態を、NEMF 50に通知する方法の処理手順を示すフローチャートである。まず、上位ノード1の処理について説明をする。上りモニタ142は、上り信号の全波長の合計パワーのモニタ値を判定した内容をNEMF 101に送信し（ステップ144）、NEMF 101は、上りモニタ142の判定内容を受信する（ステップ123）。現用系の中継ファイバ伝送路6に接続する監視制御用送受信器102は、現用系の中継フ

ファイバ伝送路6の状態をNEMF101に送信し(ステップ106)、同様に、予備系の中継ファイバ伝送路10に接続する監視制御用送受信器104は、予備系の中継ファイバ伝送路10の状態をNEMF101に通知する(ステップ110)。NEMF101は、これらの情報を受信し(ステップ107)、これにより、NEMF101は、上りモニタ値、並びに、上位ノード内で判定した現用系の中継ファイバ伝送路6、および予備系の中継ファイバ伝送路10の情報を入手する。

【0026】次に、下位ノード2での処理の流れの説明をする。現用系の中継ファイバ伝送路6に接続する監視制御用送受信器103は、現用系の中継ファイバ伝送路6の状態を下位ノード管理回路120に送信し(ステップ108)、同様に、予備系の中継ファイバ伝送路10に接続する監視制御用送受信器105は、予備系のファイバ伝送路10の状態を下位ノード管理回路120に通知する(ステップ124)。下位ノード管理回路120は、それらの信号を受信する(ステップ140)。下りモニタ141は、下り信号の全波長の合計パワーのモニタ値を判定した内容を、下位ノード管理回路120に送信する(ステップ143)。

【0027】下位ノード管理回路120は、それを受信し(ステップ122)、その後、3つの情報(108、124、143)の内容をまとめて、現用系の中継ファイバ伝送路6に接続する監視制御用送受信器103、および予備系の中継ファイバ伝送路10に接続する監視制御用送受信器105に、それぞれ送信する(ステップ130)。現用系の中継ファイバ伝送路6に接続する監視制御用送受信器103は、受信したそれぞれの情報を、現用系の中継ファイバ伝送路6を介し、監視制御光に重畳して、上位ノード内の監視制御用送受信器102に送信する(ステップ125)。同様に、予備系の中継ファイバ伝送路10に接続する監視制御用送受信器105は、受信したそれぞれの情報を、予備系の中継ファイバ伝送路10を介し、監視制御光に重畳して上位ノード内の監視制御用送受信器104に送信する(ステップ109)。

【0028】上位ノード内のそれぞれの監視制御用送受信器(102、104)は、下位ノード内のそれぞれの監視制御用送受信器(103、105)から情報を受信\*40

\*し、それをNEMF101に転送する(ステップ126、131)。NEMF101は、これらの情報を受信し(ステップ111)、これにより、下位ノード2で判定した、下り信号光のパワーの状態、並びに、現用系および予備系の中継ファイバ伝送路(6、10)の状態の情報を入手する。NEMF101は、前述した情報の中に、異常通知があるか否かを判断し(ステップ138)、異常がなければ、図5の始めに戻り同一の手順を繰り返し、前述した情報の中に、異常通知があれば、図6に示す手順に進む。

【0029】図6に示すように、NEMF101は、前述した情報の中に、異常通知があれば、現用系の中継ファイバ伝送路6を継続して使用するか、予備系の中継ファイバ伝送路10へ切り替えるかを判定する(ステップ112)。このステップ112で、NEMF101が、現用系の中継ファイバ伝送路6を継続して使用するか、予備系の中継ファイバ伝送路10へ切り替えるかを判定する際に、監視制御用送受信器(102~105)の情報をを使用する場合と、監視制御用送受信器(102~105)の情報を使用しない場合の2通りの方法がある。まず、監視制御用送受信器(102~105)の情報をを使用する場合は、表5に従ってNEMF101が、中継ファイバ伝送路を切り替えるかを判定する。

【0030】各ノード(1、2)がそれぞれ送信する、パワーモニタ値、並びに、現用系の中継ファイバ伝送路6における監視制御光の誤り率の判定内容、および予備系の中継ファイバ伝送路10における監視制御光の誤り率の判定内容の組み合わせが、上位ノード1および下位ノード2がともに、表5の中で色が付いた同一の組み合わせにあたる場合に限り、予備系の中継ファイバ伝送路10へ切り替えると、NEMF101が決定する。以下に、表5の中で色が付いた部分にあたる、モニタ値、並びに、現用系および予備系の中継ファイバ伝送路(6、10)に接続する監視制御用送受信器(102~105)のビット誤り率の判定内容の組み合わせを説明する。なお、この表5において、監視光正常、監視光劣化、および監視光異常とは、監視制御光の誤り率が正常、劣化、異常を意味する。

【0031】

【表5】

		現用系					
		パワーモニタ値正常			パワーモニタ値異常		
予備系	監視光正常	切替なし	監視光劣化	監視光異常	監視光正常	監視光劣化	監視光異常
	監視光劣化	切替なし	切替なし	切替なし	切替なし	切替なし	切替なし
	監視光異常	切替なし	切替なし	切替なし	切替なし	切替なし	切替なし

(イ)

(ロ)

(ハ)

(ニ)

(ホ)

(1) モニタ値が正常で、現用系の中継ファイバ伝送路6を伝送する監視制御光のビット誤り率が劣化と通知され、予備系の中継ファイバ伝送路10を伝送する監視制

御光のビット誤り率が正常と通知された場合(表5の(イ)の欄参照)。

(2) モニタ値が正常で、現用系の中継ファイバ伝送路

6を伝送する監視制御光のビット誤り率が異常と通知され、予備系の中継ファイバ伝送路10を伝送する監視制御光のビット誤り率が正常と通知された場合（表5の（ロ）の欄参照）。

【0032】（3）モニタ値が異常で、現用系の中継ファイバ伝送路6を伝送する監視制御光のビット誤り率が劣化と通知され、予備系の中継ファイバ伝送路10を伝送する監視制御光のビット誤り率が正常と通知された場合（表5の（ハ）の欄参照）。

（4）モニタ値が異常で、現用系の中継ファイバ伝送路6を伝送する監視制御光のビット誤り率が異常と通知され、予備系の中継ファイバ伝送路10を伝送する監視制御光のビット誤り率が正常と通知された場合（表5の（ニ）の欄参照）。

（5）モニタ値が異常で、現用系の中継ファイバ伝送路6を伝送する監視制御光のビット誤り率が異常と通知され、予備系の中継ファイバ伝送路10を伝送する監視制御光のビット誤り率が劣化と通知された場合（表5の（ホ）の欄参照）。

\*

		上位ノード	
		パワーモニタ値 正常	パワーモニタ値 異常
下位ノード	パワーモニタ値 正常	切替なし	切替なし、 警報発生
	パワーモニタ値 異常	切替なし、 警報発生	予備系に切替 警報発生

この場合は、上位ノード1の上りモニタ値、および下位ノード2の下りモニタ値の判定が、ともに異常となった場合のみ、NEMF101は、現用系の中継ファイバ伝送路6から、予備系の中継ファイバ伝送路10に切り替えると判定し、前述のステップ119に進む。

【0035】上位ノード1の上りモニタ値、および下位ノード2の下りモニタ値の判定する内容が、上記の組み合わせに一致しない場合は、切り替えをしないと判定し、前述のステップ121に進む。以下に、監視制御用送受信器（102～105）の状態の情報を使用する場合、あるいは、使用しない場合の双方において、前述の判定方法に基づいて、NEMF101が切り替えを決定した場合の切り替え手順について述べる。NEMF101は、上位ノード内の第1の光スイッチ40に、切替命令信号を送信し（ステップ113）、第1の光スイッチ40は、現用系の中継ファイバ伝送路6から、予備系の中継ファイバ伝送路10に切り替える。

【0036】NEMF101は、下位ノード内の第2の光スイッチ48を切り替える切替命令信号を、上位ノード内の予備系の中継ファイバ伝送路10に接続する監視制御送受信器104に送信する（ステップ116）。上位ノード内の監視制御用送受信器104は、受信した切替命令信号を、予備系の中継ファイバ伝送路10を介し、監視制御光に重畳して下位ノード内の予備系の中継ファイバ伝送路10に接続する監視制御送受信器105

\*【0033】前述の5通りの場合のうち、上位ノード1および下位ノード2ともに同一の項目に該当する場合にのみ、NEMF101が、現用系の中継ファイバ伝送路6から、予備系の中継ファイバ伝送路10に切り替えると判定し、その判定内容をNE-OpSに通知する（ステップ119）。上位ノード1および下位ノード2が通知する情報の内容が、前述の組み合わせとともに一致しない場合は、切り替えなしと判定し、各ノード（1、2）の判定内容をNE-OpSに通知し（ステップ121）、図5の始めに戻り同一の手順を繰り返す。この場合に、各ノード（1、2）から異常が通知されていれば、警報をNE-OpSに通知する。次に、監視制御用送受信器（102～105）の情報を使用しないで、NEMF101が、現用系の中継ファイバ伝送路6を継続して使用するか、予備系の中継ファイバ伝送路10に切り替えるかの判断例を表6に示す。

【0034】

【表6】

に送信する（ステップ114）。下位ノード内の監視制御送受信器105は、受信した切替命令信号を、下位ノード管理回路120に転送する（ステップ115）。

【0037】下位ノード管理回路120は、この受信した切替命令信号を、第2の光スイッチ48に送信し（ステップ132）、第2の光スイッチ48は、現用系の中継ファイバ伝送路6から、予備系の中継ファイバ伝送路10に切り替える。下り信号用モニタ141は、下り信号の全波長の合計パワーを、しきい値により判定した内容を、下位ノード管理回路120に送信し（ステップ143）、下位ノード管理回路120は、受信した情報を、予備系の中継ファイバ伝送路10に接続する監視制御用送受信器105に転送する（ステップ117）。下位ノード内の監視制御用送受信器105は、受信した情報を、予備系の中継ファイバ伝送路10を介し、監視制御光に重畳して上位ノード内の監視制御用送受信器104に転送する（ステップ118）。

【0038】上位ノード内の監視制御用送受信器104は、受信した情報を、NEMF101に通知する（ステップ133）。上位ノード内の上り信号用モニタ142は、信号光パワーをしきい値により判定した内容を、NEMF101に送信し（ステップ144）、NEMF101は、上り信号用モニタ142が判定した判定内容と、下位ノード内の下り信号用モニタ141が判定した判定内容とをそれぞれ受信し（ステップ127、12

8)、切り替えた中継ファイバ伝送路10が、正常か異常かを判定する(ステップ129)。そして、その判定内容をNE-OpSに通知し(ステップ121)、再び図5の始めに戻り同一の手順を繰り返す。

【0039】これまでは、NEMF101が、どの中継ファイバ伝送路を使用するかを決定し、NE-OpSに通知する方法について説明してきた。次に、NE-OpSからNEMF101に、中継ファイバ伝送路の切り替えを通知する場合について説明する。現用系の中継ファイバ伝送路6に故障が生じた場合には、NEMF101が故障を検出し、NE-OpSに通知する方法が、早急に中継ファイバ伝送路10を確保できるため適している。しかし、現実には、ファイバ交換や保守等のために、あらかじめ経路を変更する必要がある場合がある。このときは、NE-OpSからNEMF101に切り替え通知を送信する。

【0040】図7は、NE-OpSからNEMF101に切り替え通知し、中継ファイバ伝送路を切り替える場合の処理手順を示すフローチャートである。まず、NEMF101は、NE-OpSからの切替信号を受信すると(ステップ200)、第1の光スイッチ40に対して切替命令信号を送信し(ステップ201)、第1の光スイッチ40は、現用系の中継ファイバ伝送路6から、予備系の中継ファイバ伝送路10に切り替える。次に、下位ノード内の第2の光スイッチ48を切り替える切替命令信号を、予備系の中継ファイバ伝送路10に接続する監視制御送受信器104に送信し(ステップ202)、監視制御送受信器104は、受信した切替命令信号を、下位ノード内の監視制御送受信器105に送信する(ステップ211)。下位ノード内の監視制御送受信器105は、受信した切替命令信号を下位ノード管理回路120に転送する(ステップ212)。

【0041】下位ノード管理回路120は、受信した切替命令信号を、第2の光スイッチ48に送信し(ステップ213)、第2の光スイッチ48は、現用系の中継ファイバ伝送路6から、予備系の中継ファイバ伝送路10に切り替える。下り信号用モニタ141は、下り信号の全波長のパワーをしきい値により判定した判定内容を、下位ノード管理回路120に送信し(ステップ221)、下位ノード管理回路120は、受信した情報を監視制御送受信器105に転送する(ステップ214)。監視制御送受信器105は、受信した情報を上位ノード内の監視制御送受信器104に転送する(ステップ215)。

【0042】監視制御送受信器104は、受信した情報をNEMF101に転送する(ステップ216)。上り信号用モニタ142は、上り信号の全波長のパワーをしきい値により判定した判定内容をNEMF101に送信する(ステップ220) NEMF101は、上り信号用モニタ142が判定した判定内容と、下位ノード内の

下り信号用モニタ141が判定した判定内容とをそれぞれ受信し(ステップ204、205)、切り替えた中継ファイバ伝送路10が、正常か異常かを判定し(ステップ206)、NE-OpSに通知する(ステップ207)。そして、切り替えた後は、図5に示す手順に従い、中継ファイバ伝送路を監視する。

【0043】なお、前述の説明では、NEMF50を専用の装置で構成する場合について説明したが、このNEMF50は、コンピュータで構成することも可能である。この場合に、コンピュータ内のハードディスクなどに格納される制御プログラムを、コンピュータが実行することにより、前述の図5ないし図7の処理が行われる。ここで、この制御プログラムは、フロッピー(登録商標)ディスク(FD)、CD-ROMなどにより供給される。また、前述の説明では、2個の中継ファイバ伝送路を設ける場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、3個以上の中継ファイバ伝送路を設けることも可能であり、この場合にも、前述した方法と同様の方法により、監視および切り替えが可能である。以上、本発明者によってなされた発明を、前記実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

#### 【0044】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記の通りである。

(1) 本発明によれば、中継ファイバ伝送路に故障等が発生した場合、あるいは伝送路が劣化した場合等において、中継ファイバ伝送路を切り替えることで、ユーザへの影響を極力回避し、早急に回線を復旧することが可能となる。

(2) 本発明によれば、現用系および予備系の複数の中継ファイバ伝送路を常に監視することで、信号劣化または断を検出し、現用系の中継ファイバ伝送路から予備系の中継ファイバ伝送路に早急に切り替えることが可能である。

(3) 本発明によれば、中継ファイバ伝送路を、現用系の中継ファイバ伝送路と、予備系の複数の中継ファイバと多重化する構成方法を、迅速かつ安価に実現することが可能となる。また、広域アクセスネットワークに対して、安価に導入することも可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の光アクセスネットワークの概略構成を示すブロック図である。

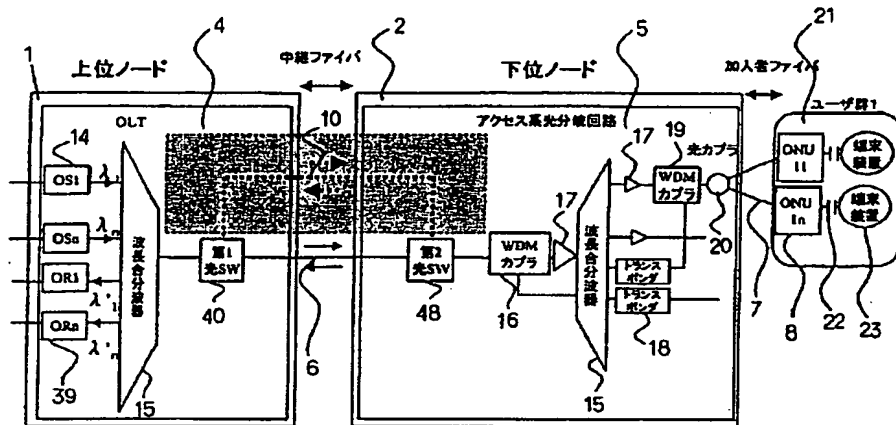
【図2】本発明の実施の形態1の光アクセスネットワークにおいて、中継ファイバ伝送路に故障が発生した場合を説明する図である。

【図3】本発明の実施の形態1の光アクセスネットワー



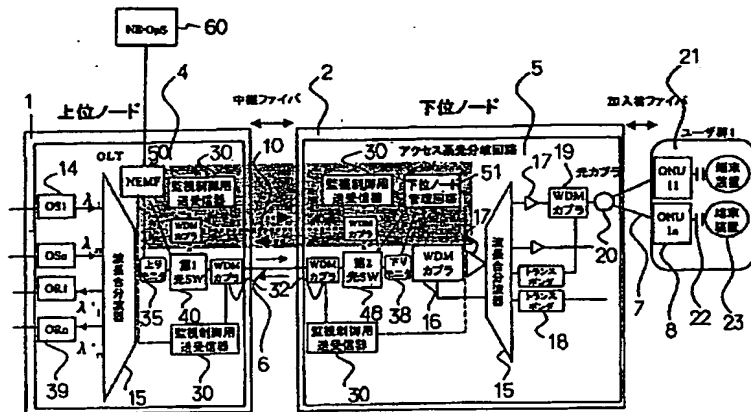
【図3】

図3



【図4】

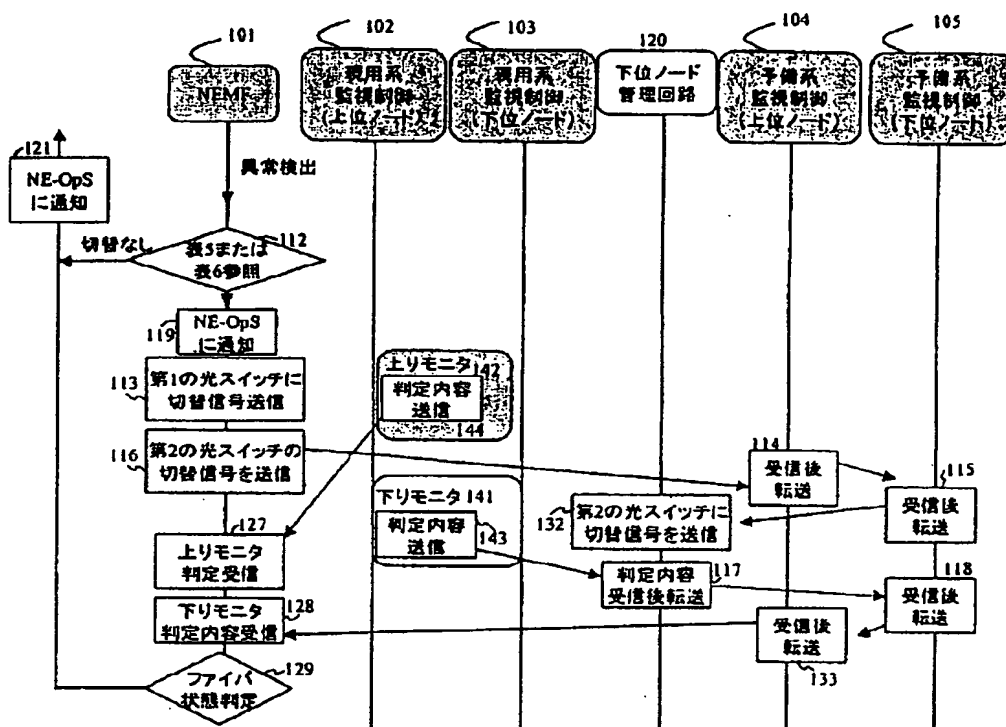
図4





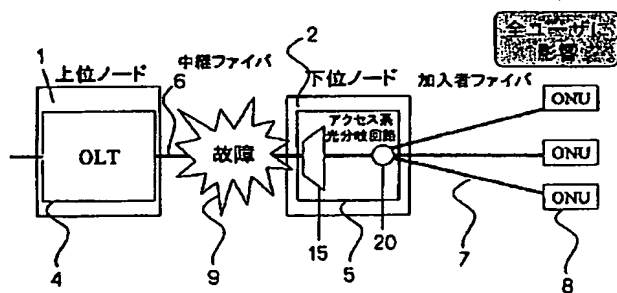
【図6】

図 6



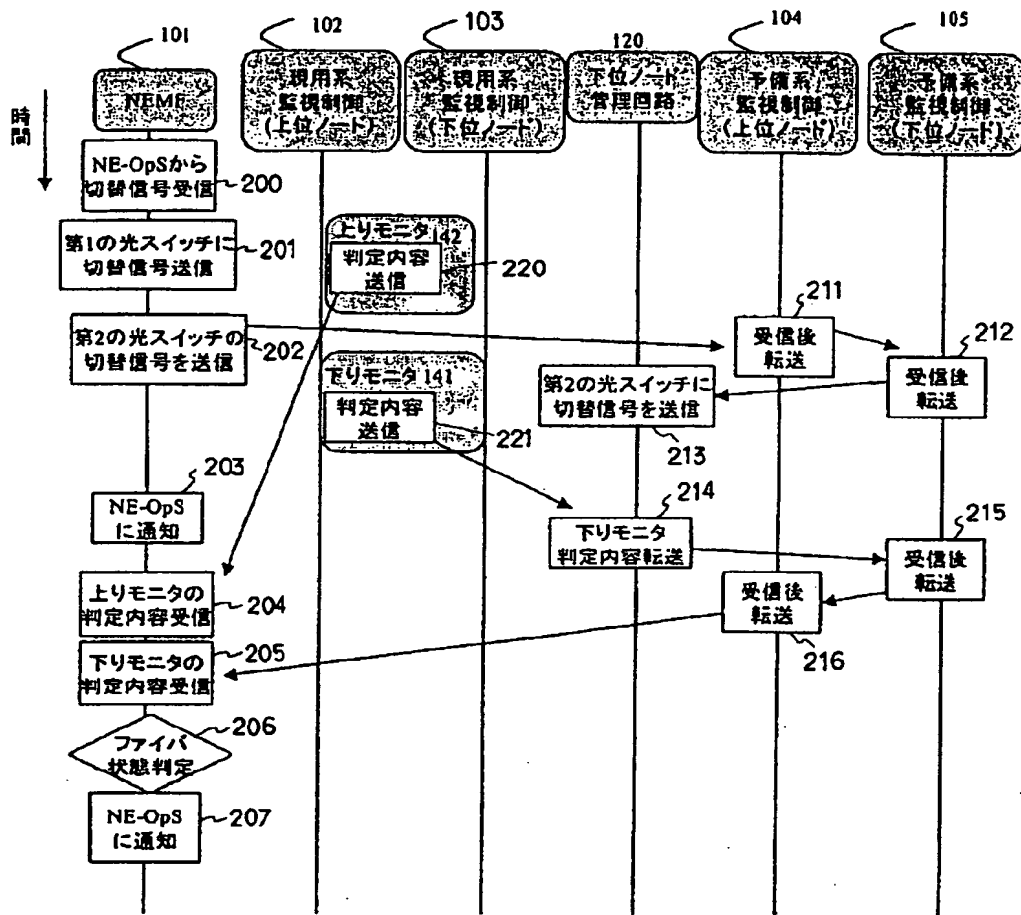
【図10】

図 10



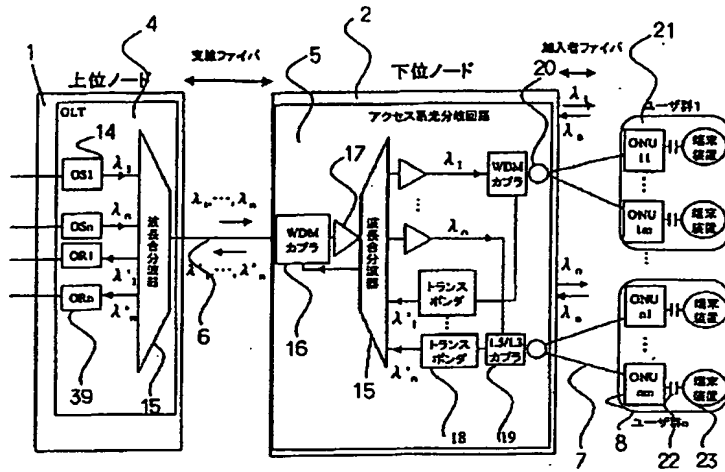
【図7】

図7



【図9】

図9



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H04L 12/44

識別記号

200

F I

テーマコード (参考)

F ターム (参考) 5K002 BA06 DA02 DA09 EA06 EA33

FA01

5K021 AA04 BB01 CC01 CC03 CC13

DD02 FF01 FF11

5K033 CA17 DA15 DB02 DB06 DB22

EA05 EB06

5K042 AA02 CA10 DA35 EA04 EA15

JA03 MA04 NA03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**